

ФІЗИКО-ХІМІЧНА МЕХАНІКА МАТЕРІАЛІВ

Міжнародний науково-технічний журнал
Заснований у січні 1965 року
Виходить 6 разів у рік

ТОМ 44, № 6, 2008

листопад – грудень

ЗМІСТ

<i>Остап О. П., Андрейко І. М., Головатюк Ю. В., Ковальчук Л. Б.</i> Структурно-фазовий стан і фізико-механічні властивості деградованих алюмінієвих сплавів типу Д16 і В95	5
<i>Силованюк В. П., Юхим Р. Я.</i> Зародження втомних тріщин біля включень у пружно-пластичних матеріалах	12
<i>Стадник М. М.</i> Деформаційний критерій граничного стану тіла з круговою тріщиною під тривісним навантаженням	18
<i>Хома І. Ю., Хома Ю. І., Лялюк Д. Ф.</i> Термонапружений стан трансверсально-ізотропної сферичної оболонки з круговим отвором	23
<i>Гачкевич О. Р., Мусій Р. С., Мельник Н. Б.</i> Термонапружений стан біметалевої пластини за імпульсної електромагнетної дії	30
<i>Сухорольський М. А., Шопа Т. В.</i> Згинні коливання прямокутної ортотропної пластини з масивним включенням	41
<i>Кривень В. А., Крива Н. Р.</i> Однобічне пластичне відшаровування тонкого включення у стиснутому шарі під зсувом	47
<i>Ірза Є. М.</i> Математична модель оптимальних за швидкодією режимів термообробки скляних тіл обертання	53
<i>Богданова О. С.</i> Про граничний стан ортотропної пластини, послабленої періодичною системою колінеарних тріщин	58
<i>Куриляк Д. Б., Назарчук З. Т., Войтко М. В.</i> Дифракція SH-хвилі на міжфазній тріщині під дією зосередженої сили	67
<i>Горопацький В. Г.</i> Методика врахування впливу зовнішнього середовища на результати вимірювань і діагностування	78
<i>Ясній П. В., Марущак П. О., Коноваленко І. В., Біщак Р. Т.</i> Автоматизований аналіз поверхневих тріщин у конструкційних елементах	83
<i>Ведь М. В., Ненастіна Т. О., Штефан В. В., Байрачна Т. М., Сахненко М. Д.</i> Корозійні та електрохімічні властивості бінарних сплавів кобальту і нікелю	89
<i>Новік І. Г., Сечко О. Е., Свіріденок А. І., Война В. В.</i> Вплив режимів термообробки на структуру і механічні властивості поліамідних композитів	93
<i>Зор С., Озказанц Г., Бінгул М.</i> Вплив діамінтетраоктової кислоти на корозію алюмінію у розчинах хлоридів	98
У НАУКОВИХ КОЛАХ	
<i>Дмитрах І. М., Панасюк В. В., Студент О. З.</i> Загальні збори Українського товариства з механіки руйнування матеріалів	103
<i>Дмитрах І., Студент О.</i> Сімнадцята Європейська конференція з руйнування, ECF-17	112
<i>Балицький О. І.</i> Міжнародна конференція “Зварювання і споріднені технології – у третє тисячоліття”	117
У СВІТІ КНИГ	
<i>Никифорчин Г. М.</i> Розтріскування матеріалів під впливом середовища	119
<i>Перелік статей, опублікованих у журналі “ФХММ” за 2008 р.</i>	121
<i>Авторський показчик</i>	127

PHYSICOCHEMICAL MECHANICS OF MATERIALS

International Scientific-Technical Journal

Founded in January 1965

Published bimonthly

VOLUME 44, № 6, 2008

November – December

CONTENTS

Ostash O. P., Andreiko I. M., Holovatiuk Yu. V., and Kovalchuk L. B. Structural and phase state and also physicochemical properties of degraded aluminium Д16 and В95 alloys5

РЕЗЮМЕ. Установлено, что снижение ресурсных механических характеристик алюминиевых сплавов типа Д16 и В95 после модельной и эксплуатационной деградации связано с изменением их тонкой структуры под влиянием термомеханического фактора: увеличением количества дисперсных (0,01...0,05 μm) выделений вторичной фазы; микрорастрескиванием интерметаллидов (размером 0,1...0,5 μm), образующихся в процессе гомогенизации слитка; ростом плотности дислокаций и скоплением полос пластичности у границ зерен матрицы. Это объясняет резкое снижение пластичности и чувствительность к зернограничному разрушению деградированных сплавов в коррозионной среде, а также качественно противоположные, по сравнению со справочными данными, закономерности изменения их структурно-чувствительных физических характеристик, в частности, удельной электропроводности.

SUMMARY. It has been determined that the decrease of mechanical characteristics of Д16 and В95 (type 2024 and 7075) aluminium alloys due to model and in-service degradation is related with the change of their thin microstructure under the thermomechanical factor influence: growth of the amount of fine (of size 0.01...0.05 μm) second phase precipitations; intermetallic particles (of size 0.1...0.5 μm) microcleavage; increase of the dislocations density and slip bands accumulation at the matrix grain boundaries. The above mentioned explains the sharp decrease of plasticity and the sensitivity to intergranular fracture of degraded alloys in the corrosive environment, and also qualitatively opposite (with regard to the reference data) regularities of the change of their structure-sensitive physical characteristics, especially, of the electric conductivity.

Sylovaniuk V. P. and Yukhym R. Ya. Fatigue cracks initiation at inclusions in elastoplastic materials 12

РЕЗЮМЕ. Предложен подход для вычисления периода зарождения трещины в окрестности упругих включений в упругопластических материалах. Установлены факторы, от которых зависит интенсивность усталости материала в окрестности включения. Такими являются: амплитуда и асимметрия нагрузки; геометрия поверхности включения, его относительная жесткость; модуль Юнга, пределы текучести и прочности материала матрицы; параметры циклического упрочнения или разупрочнения материала, его предельная деформация.

SUMMARY. An approach to the calculation of crack initiation period in the vicinity of an elastic inclusion in elasto-plastic materials is proposed. Factors which determine the intensity of the material fatigue in the inclusion vicinity are established. These factors are as follows: loading amplitude and stress ratio; geometry of the inclusion surface, its relative rigidity; Young's modulus, yield strength and ultimate strength of the matrix material; parameters of the material cyclic strengthening or softening, its ultimate strain.

Stadnyk M. M. Deformation criterion of the boundary state of a body with a circular crack under tri-axial loading 18

РЕЗЮМЕ. Получены теоретические зависимости, которые учитывают влияние трехосности нагружения тела с круговой трещиной на РВТ. Это позволяет рассчитать КРВТ при известных предельных усилиях. Показано, что тип нагружения влияет на величину РВТ.

SUMMARY. The theoretical dependences considering the influence of three-dimensional loading of a body with a circular crack on δ_k -opening are obtained. It has allowed to calculate δ_k -characteristic at the known critical forces. It has been shown that the loading type influences the δ_k -characteristic.

<i>Khoma I. Yu., Khoma Yu. I. and Lialiuk D. F.</i> Thermo-stressed state of a transversal-isotropic spherical shell with a round hole	23
--	----

РЕЗЮМЕ. На основании обобщенной теории оболочек, построенной при помощи метода разложения искомых функций в ряды Фурье по полиномам Лежандра координаты толщины, рассмотрена задача о термонапряженном состоянии пологой трансверсально-изотропной сферической оболочки с круговым отверстием.

SUMMARY. On the basis of the generalized theory of shells built with use of the expansion method of sought functions into Fourier series in Legendre polynomials of the thickness coordinate a problem on the thermo-stress state of a slope transverse isotropic spherical shell with a circular hole has been considered.

<i>Hachkevych O. R., Musii R. S., and Melnyk N. B.</i> Thermo-stressed state of a bimetal plate under pulse electromagnetic effect	30
--	----

РЕЗЮМЕ. Сформулирована задача термомеханики для бесконечной биметаллической пластины постоянной толщины при нестационарном электромагнитном воздействии и приведено соотношение для оценки ее несущей способности. Предложена методика приближенного определения параметров электромагнитного поля, температуры и напряжений с использованием квадратичной аппроксимации распределения ключевых функций по толщине ее слоев. Найдено решение задачи для электромагнитного воздействия в режиме с импульсным модулирующим сигналом и приведены результаты численного исследования компонент тензора напряжений и интенсивностей напряжений в плоскости контакта составных слоев при частоте несущего сигнала вне окрестности резонансных частот и при первой резонансной частоте.

SUMMARY. The thermomechanics problem for infinite bimetallic plate of constant thickness under the transitional electromagnetic effect has been formulated and correlation for the estimation of its carrying capacity has been presented. The methodology of approximate determination of the parameters of electromagnetic field, temperature and stresses, using square approximation of the key functions distribution across its layers thickness has been proposed. The problem for the electromagnetic effect in the pulse modulating signal mode has been solved and the results of numerical investigations of the stress tensor component and stress intensity in the contact plane of composite layers at the carrier signal frequency beyond the resonant frequencies and at the first resonant frequency have been found.

<i>Sukhorolskyi M. A. and Shopa T. V.</i> Bending oscillations of a rectangular orthotropic plate with a massive inclusion	41
--	----

РЕЗЮМЕ. Рассмотрена задача о собственных и вынужденных колебаниях шарнирно закрепленной прямоугольной пластины с массивным эллиптическим включением. Изгиб пластины описан модифицированными уравнениями теории пластин Тимошенко. Численное решение задачи получено непрямым методом граничных элементов, который базируется на секвенциальном изображении обобщенных функций и методе коллокаций.

SUMMARY. The problem on eigen and forced vibrations of the hinged rectangular plate with a massive elliptic inclusion is considered. The plate bending is described by modified equations of Tymoshenko's theory of plates. Numerical solution of the problem is found by the indirect method of boundary elements based on the sequential approach to constructing generalized functions and on collocation method.

<i>Kryven V. A. and Kryva N. R.</i> Plastic interfacial delamination of a thin inclusion in a compressed layer under longitudinal shear	47
---	----

РЕЗЮМЕ. Методами теории функций комплексного переменного получено аналитическое решение задачи о пластическом отслаивании при сдвиге плоского тонкого жесткого включения в сжатом слое. Включение расположено перпендикулярно и симметрично граням слоя. Одна сторона слоя идеально контактирует со средой, другая – силами трения, вызванными сжатием слоя. Определено длину полос пластического отслаивания как функцию нагрузки и нагрузки, при которой включение полностью отслаивается.

SUMMARY. Analytical solution of the problem on the plastic delamination under shear of a plane thin rigid inclusion in a pressed layer has been obtained using the method of the complex variable function theory. The inclusion is perpendicular and symmetric to the layer edge. One side of the inclusion is in perfect mechanical contact with the environment, the other – contacts with it by the friction forces, caused by the layer compression. The length of the plastic delamination strips is found as a function of loading. The loading value under which the inclusion totally delaminates is determined.

treatment53 *РЕЗЮМЕ*. Предложена методика оптимального по быстродействию управления режимами охлаждения стеклянных тел вращения при ограничениях на временные и остаточные напряжения, которые возникают в процессе охлаждения. Методика позволяет существенно сократить продолжительность режимов охлаждения.

SUMMARY. A method of optimal control of the cooling conditions of glass rotating bodies at the restricted time and residual stresses, arising during cooking is proposed. The method allows to reduce substantially the durability of cooling conditions.

Bogdanova O. S. On the critical state of an orthotropic plate weakened by a periodic system of the collinear cracks 58

РЕЗЮМЕ. На основании модифицированной δ_c -модели трещины исследовано предельное состояние ортотропной пластины, материал которой удовлетворяет условию прочности общего вида, ослабленной периодической системой коллинеарных трещин. Получены соотношения для определения основных параметров модели трещины (размера зон предразрушения, напряжений в этих зонах, раскрытия в вершинах трещин). Исследован механизм разрушения пластины с периодической системой коллинеарных трещин. Показано влияние степени анизотропии и геометрических параметров задачи на формирование зон предразрушения и предельное состояние пластины. Определена область безопасного нагружения ортотропной вязкоупругой пластины с трещинами. Изучено влияние реологических параметров материала на область безопасного нагружения.

RESUME. In this paper the limited state of an orthotropic plate with a periodic system of collinear cracks is considered based on the modified δ_c -model. The material of the plate satisfies the strength condition of an arbitrary form. The basic equation to determine the stresses in the process zones are formulated. The equations for determination of the process zone size and crack opening at the tips are given. The fracture of the orthotropic plate with a periodic system of collinear cracks is investigated. The influence of the orthotropy and geometrical parameters of the problem on the process zones development is studied. The region of the safe loading of an orthotropic viscoelastic plate with a periodic system of collinear cracks is investigated. The influence of the rheological parameters of the material on the safe loading region is studied.

Kuryliak D. B. and Nazarchuk Z. T., and Voitko M. V. Diffraction of force of a SH-field on the interphase crack under action of concentrated..... 67

РЕЗЮМЕ. В математически строгой постановке решена задача дифракции упругой SH-волны на конечной (полубесконечной) трещине, расположенной на плоской границе двух идеально соединенных материалов. В качестве зондирующего поля рассмотрено поле точечного источника. Задача сведена к функциональному уравнению Винера-Гопфа, которое решено методом факторизации. Построено приближенное решение этого уравнения. Численно исследовано распределение поля в зоне излучения и особенности его формирования в зависимости от положения источника излучения.

SUMMARY. The SH elastic wave diffraction for the finite (semi-infinite) crack located at the plane interface between two dissimilar elastic perfectly joined isotropic materials have been analyzed rigorously. A point source wave incidence is considered. The problem is formulated in terms of the Wiener-Hopf equation. This equation is solved exactly via the factorization procedure. An approximate solution of such an equation is proposed. The results of numerical calculation are presented for diffracted far field patterns. The peculiarities of the far field distribution for different position of source are analyzed.

Horopatskyi V. H. Methods of account of service environment effect on measuring and diagnostics results..... 78

РЕЗЮМЕ. Предложена математическая модель и соответствующая методика для учета зависимости показаний средств диагностики от физико-механических характеристик металла инженерного изделия и физико-химических параметров среды. Приведены результаты аналитических исследований, подтверждающие целесообразность и возможность учета физико-химических аспектов при диагностике металлических изделий.

SUMMARY. A mathematical model and a corresponding procedure to account the dependence of test equipment readings on the physicochemical properties of the metal of an engineering facility and the physicochemical properties of the environment are proposed. Analytical results are given that confirm the possibility and feasibility of the account of physico-chemical aspects when testing metal products.

Yasniy P. V., Marushchak P. O., Konovalenko I. V. and Bishchak R. T. Automatized analysis of surface cracks in structural elements 83

РЕЗЮМЕ. Предложен способ компьютерной обработки изображений трещин. Для

выделения на изображении трещин использован метод сегментации, включающий анализ плотности распределения яркости и бинарное преобразование. Для определения ориентации трещины рассчитывали геометрическое место точек ее каркаса с последующей их аппроксимацией методом наименьших квадратов. В качестве меры поврежденности использовали относительную площадь трещин в пределах анализируемого участка. Исследованы повреждения на поверхности ролика машины непрерывного литья заготовок. На момент снятия с эксплуатации ролик отработал 4500 плавов (по 350 т). Причиной снятия с эксплуатации стало растрескивание рабочей поверхности.

SUMMARY. The method of computer processing of crack images is proposed. For location of cracks on the image the method of segmentation including determination analysis of bright-ness density distribution and binary transformation was used. For crack orientation location, geometrical place of points of its skeleton was determined with subsequent approximation by the least squares method. As a measure of damaging the relative area of cracks within the analyzed site was used. The surface damages of continuous casting machine roll are analyzed. At the moment of removal from operation the roller fulfilled 4500 casts (the weight of each was 350 t). The reason of its taking out from operation was the roll surface cracking.

Ved' M. V., Nenastina T. O., Shtefan V. V., Bairachna T. M., and Sakhnenko M. D.

Corrosion and electrochemical properties of binary cobalt and nickel alloys 89

РЕЗЮМЕ. Установлено влияние pH электролита на содержание вольфрама и выход по току покрытия Co-W. Методом поляризационного сопротивления определены скорости коррозии сплавов Co-W и Ni-Pd и показано, что покрытия относятся к группе весьма стойких. Оценена каталитическая активность покрытий в модельной реакции выделения водорода. Получены зависимости коррозионной стойкости и каталитической активности сплавов Co-W и Ni-Pd от содержания компонентов. Обоснован их характер.

SUMMARY. The electrolyte pH influence on the tungsten content in Co-W coating as well as its current efficiency has been established. The corrosion rates of Co-W and Ni-Pd alloys have been determined using the polarization resistance method. The coatings have proved to belong to the very resistant group. The estimation of coating catalytic activities in hydrogen evolution model reaction has been done. The corrosion resistance of Co-W and Ni-Pd alloys as well as their catalytic activity dependences on component contents has been defined. The character of obtained dependences has been grounded.

Novik I. G., Sechko O. E., Sviridenok A. I., and Voina V. V. The influence of thermal treatment conditions on structure and mechanical properties of polyamide composites 93

РЕЗЮМЕ. Проаналізовано зміни структурних характеристик і механічних властивостей композиційних матеріалів на поліамідній матриці залежно від термообробки. Показано, що термоциклічна обробка зі зниженням температури до криогенної призводить до часткової холодної перекристалізації в наноіповннених матеріалах і збільшення адгезійної міцності в склоіповннених зразках.

SUMMARY. The analysis of changes of structural characteristics and mechanical properties of PA-6-based composite materials by methods of radiography and scanning electron microscopy was carried out. It is shown that thermocyclic treatment with temperature decrease to a cryogenic level causes partial cold recrystallization in nano-filled polyamide materials, but in samples with glass-filler the adhesive interaction between fibers and the matrix increases.

Zor S., Özkazanç H., Bingul M. Effect of ethylene diaminetetraacetic acid on aluminium corrosion in chloride solutions..... 98

РЕЗЮМЕ. За допомогою потенціодинамічних та хроноамперометричних методів досліджували вплив концентрації етилендіамінтетраоцтової кислоти (EDTA) у 0,1 М розчині NaCl з різними показниками pH на корозію алюмінію. Електрохімічні параметри одержано з вольтамперних залежностей. Порівняно з неінгібованими середовищами, при високих концентраціях EDTA в розчинах хлориду натрію з pH 9, 10 і 11, корозія алюмінію пришвидшується, і лише при вмісті EDTA 10^{-4} М зменшується.

РЕЗЮМЕ. Посредством потенциодинамических и хроноамперометрических методов исследовали влияние концентрации этилендиаминтетрауксусной кислоты (EDTA) в 0,1 М растворе NaCl с разными показателями pH на коррозию алюминия. Электрохимические параметры получены с вольтамперных зависимостей. По сравнению с неингибированными средами, при высоких концентрациях EDTA в растворах хлорида натрия с pH 9, 10 и 11, коррозия алюминия ускоряется, и только при содержании EDTA 10^{-4} М уменьшается.

<i>Dmytrakh I. M., Panasyuk V. V., and Student O. Z.</i> General Meeting of the Ukrainian Society on Fracture Mechanics	103
<i>Dmytrakh I. M. and Student O. Z.</i> The 17 th European Conference on Fracture, ECF-17.....	112
<i>Balytskii O. I.</i> International Conference “Welding and associated technologies – to the third millennium”.....	117
IN THE WORLD OF BOOKS	
<i>Nykyforchyn H. M.</i> Cracking of materials under environment influence	119
List of papers published in “Physicochemical Mechanics of Materials” in 2008	121
Authors’ index	127